

PREDIKSI HARGA SAHAM MENGGUNAKAN GENERALISASI PROSES WIENER



Skripsi

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar
Sarjana Sains Jurusan Matematika pada Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar*

Oleh

ASRIANI
60600112075

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN
MAKASSAR
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan penuh kesadaran, penyusun yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya penyusun sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Gowa, Agustus 2018
Penyusun,



Asriani
NIM : 60600112075

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul "Prediksi Harga Saham Menggunakan Generalisasi Proses Wiener", yang disusun oleh Saudari Asriani, NIM 60000112075 Mahasiswa Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, telah diuji dan diperahankan dalam sidang *manaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Selasa tanggal 28 Agustus 2018 M, bertepatan dengan 16 Dzulhijjah 1439 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mt.).

28 Agustus 2018 M
Makassar,
16 Dzulhijjah 1439 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.
Sekretaris	: Ernawati, S.Pd., M.Si.
Munqasy I	: Wahidah Alwi, S.Si., M.Si.
Munqasy II	: Ilham Syata, S.Si., M.Si.
Munqasy III	: Dr. Rahmi Dams, M. Ag.
Pembimbing I	: Irwan, S.Si., M.Si.
Pembimbing II	: Sri Dewi Anugrawati, S.Pd., M.Si.

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Diketahui oleh:

Fakultas Sains dan Teknologi
Alauddin Makassar



Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.
Nip. 196912051993031 001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Kesuksesan harus diraih dengan bekerja sungguh-sungguh (penulis).

Kupersembahkan Tugas Akhir ini Kepada :

Ayah (Lippang) dan Ibu (Jumarang) tercinta atas doa, nasehat, motivasi, kasih sayang yang tidak bisa diungkapkan dengan kata – kata, kalianlah yang menjadi motivasi terbesar dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Satu orang kakak saya yaitu Tallas dan Empat orang adik saya yaitu Muh. Asri, Arul, Adam, Arwin beserta keluarga besarku yang menjadi penyemangatku dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Sahabat – sahabatku Ismiyanti, Susi Susanti, Ayyul Fidillah, Sari Rezki Amelia, Rusfita dan semua anak Kurva 2012 yang selalu memberi suntikan – suntikan positif dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Senior – senior yang selalu memberi nasehat dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Almamater UIN Alauddin Makassar

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Prediksi Harga Saham Menggunakan Generalisasi Proses Wiener”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar untuk meraih gelar Sarjana S-1(Sarjana Matematika).

Dalam menyelesaikan Skripsi ini penulis tidak dapat melakukan sendiri melainkan berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segenap ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan KaruniaNya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Ayahanda tercinta Lippang, Ibunda tercinta Jumarang, dan Keluarga Besar yang telah memberikan do'a, dorongan moral dan material serta perhatian dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

1. Bapak Prof. H. Hamdan Juhannis, M.A., Ph.D. Rektor UIN Alauddin Makassar
2. Bapak Prof. Dr. Arifuddin Ahmad , M.Ag. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

3. Bapak Irwan, S.Si., M.Si., Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, sekaligus Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu dan penuh kesabaran untuk membimbing, mengarahkan serta memberikan petunjuk dalam penyusunan skripsi ini,
4. Ibu Wahidah Alwi, S.Si., M.Si., Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, sekaligus sebagai Penguji I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji, memberi saran dan kritikan untuk kesempurnaan penyusunan skripsi ini,
5. Ibu Sri Dewi Anugrahwati, S.Pd., M.Sc., Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu dan penuh kesabaran untuk membimbing, mengarahkan serta memberikan petunjuk dalam penyusunan skripsi ini,
6. Bapak Ilham Syata, S.Si., M.Si., Penguji II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji, memberi saran dan kritikan untuk kesempurnaan penyusunan skripsi ini,
7. Ibu Dr. Rahmi Damis, M.Ag., Penguji III yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji, memberi saran dan kritikan untuk kesempurnaan penyusunan skripsi ini,
8. Bapak/Ibu pada Staf dan Pengajar Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, yang telah memberikan do'a dan dorongan moral serta perhatian dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Teman-teman seluruh mahasiswa mahasiswi Matematika yang telah memberikan semangat dan motivasinya.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan, pahala dan rahmat dari Allah SWT. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan rekan-rekan Jurusan Matematika serta pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Gowa, Agustus 2018

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v-vii
DAFTAR ISI.....	viii-ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Saham.....	7
B. Percobaan Acak.....	11
C. Proses Wiener.....	20
D. Generalisasi Proses Wiener.....	21
E. Proses Ito	23
F. Metode Monte Carlo	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	26
B. Waktu Penelitian	26
C. Jenis dan Sumber Data	26
D. Prosedur Penelitian.....	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil	28
B. Pembahasan.....	34

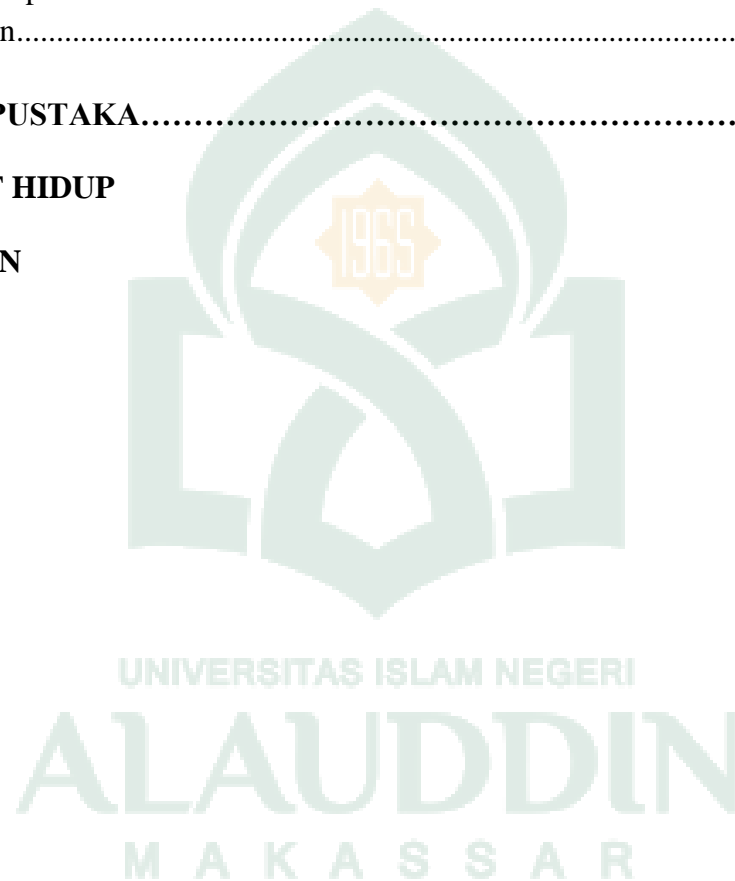
BAB VPENUTUP

A. Kesimpulan	37
B. Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA.....	38
----------------------------	-----------

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Saham Tahun 2016	28
Tabel 4.2 Return Harga Saham	30
Tabel 4.3 Standar Deviasi.....	31
Tebel 4.4 Simulasi Monte Carlo	33



DAFTAR SIMBOL

S_t	= harga saham pada waktu t
μ	= tingkat pengembalian yang diharapkan
σ	= volatiliti
n	= banyak data
X	= parameter
u_i	= return
i	= waktu
s	= standar deviasi (simpangan baku)
dt	= perubahan waktu
dB	= proses wiener (0.1)
\bar{u}	= rata-rata



ABSTRAK

Nama Penyusun : Asriani
Nim : 60600112075
Judul Skripsi : Prediksi Harga Saham Menggunakan Generalisasi Proses Wiener

Penelitian ini membahas tentang prediksi harga saham menggunakan generalisasi proses wiener, dimana saham ini merupakan modal yang dikeluarkan perusahaan atau perseroan terbatas kepada masyarakat agar seseorang atau badan hukum memiliki sebagian hak dari perusahaan tersebut. Begitu pula dengan keuntungan yang berupa uang tunai yang harus dibagi bersama dan adapun tujuan pada penelitian ini yaitu menghitung prediksi harga saham menggunakan generalisasi proses wiener. Dalam menjawab tujuan tersebut, maka diperlukan model harga saham untuk memprediksi harga pada masa yang akan datang. Berdasarkan analisa data yang dilakukan, maka diperoleh hasil nilai standar deviasi 0.015756, nilai rata-rata 0.000005428199, nilai volatilitas harga saham sebesar 0.220584553, dan prediki harga saham mendapatkan nilai relative error sebesar 0.009436428.

Kata kunci : *Harga Saham, Proses Wiener*



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ramainya perdagangan sekuritas di pasar modal mencerminkan minat investasi yang besar dari masyarakat. Investasi di dalam efek atau sekuritas merupakan hal yang menarik karena menjanjikan keuntungan yang cukup besar. Di samping itu, investasi pada sekuritas mempunyai daya tarik lain, yaitu pada kemudahan yang diperoleh dari menanamkan dana pasar modal.

Investasi dapat dikatakan sebagai sumber pendapatan dengan pendapatan sejumlah dana pada saat ini dengan harapan untuk memperoleh keuntungan di kemudian hari. Umumnya investasi dibedakan menjadi dua yaitu investasi pada aset-aset finansial (*financial assets*) dan investasi pada aset-aset riil (*real assets*). Investasi dapat dikaitkan dengan berbagai macam aktivitas. Menginvestasikan sejumlah dana pada *real assets* (tanah, emas, mesin, bangunan, dan sebagainya) maupun *financial assets* (deposito, saham, atau obligasi) merupakan investasi yang biasa dilakukan.

Saham merupakan modal yang dikeluarkan perusahaan atau perseroan terbatas kepada masyarakat agar seseorang atau badan hukum memiliki sebagian hak dari perusahaan tersebut. Hal ini dilakukan karena pemilik perusahaan membutuhkan modal untuk proses produksi sahamnya, maka perusahaan harus

berbagi kepemilikan perusahaan tersebut dengan pemegang saham, begitu pula dengan keuntungan yang berupa uang tunai yang harus dibagi bersama.¹

Sebaliknya, pemegang saham pun turut menanggung risiko sebesar proporsional dengan banyaknya saham yang dimiliki apabila perusahaan tersebut bangkrut. Derajat kepemilikan seseorang di dalam suatu perusahaan tercermin dari sedikit banyaknya lembar saham yang dimiliki. Semakin banyak lembar saham yang dimiliki maka akan semakin besar derajat kepemilikan atas perusahaan tersebut.

Dalam al-Qur'an masalah untuk menginvestasikan saham perlu juga dipelajari karena dia mengandung beberapa permasalahan seperti mengambil keuntungan yang bukan hak kita dan inilah yang disebut dengan riba. Ayat yang menjadi rujukan dalam saham ini adalah Q.S al-Baqarah/2:276.

يَمْحَقُ اللَّهُ الرِّبَا وَيُرْبِي الصَّدَقَاتِ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ كُلَّ كَفَّارٍ أَثِيمٍ ﴿٢٧٦﴾

Terjemahnya:

“Allah memusnahkan riba dan menyuburkan sedekah dan Allah tidak menyukai Setiap orang yang tetap dalam kekafiran, dan selalu berbuat dosa”.²

Ayat ini menjelaskan tentang memusnahkan riba ialah memusnahkan harta itu atau meniadakan berkahnya karena riba adalah sesuatu perkara yang haram, dan yang dimaksud dengan menyuburkan sedekah ialah mengembangkan

¹Mutia Indah Sari.*Pemodelan Harga Saham Menggunakan Generalisasi Proses Wiener Dan Arima*.h.10.

²Kementerian Agama RI.*Al-Qur'an dan Terjemahannya*.(Jakarta:bagian percetakan dan Penerbit Kementerian Agama.2002)h.105.

harta yang telah dikeluarkan sedekahnya atau melipat gandakan berkahnya, dan meski bagaimana pun mereka tetap melakukannya.

Adanya pendapat-pendapat ulama tentang jual beli saham semakin memperkuat istilah tentang bolehnya jual beli saham. Dalam kumpulan pendapat Saudi Arabia yang diketahui oleh Syekh Abdul Azis Ibnu Abdillah Ibnu Bazz, tentang hukum jual beli saham dinyatakan sebagai berikut:

“jika saham yang diperjual belikan tidak serupa dengan uang secara utuh apa adanya akan tetapi hanya representasi dari sebuah asset seperti tanah, mobil, pabrik, dan yang sejenisnya, dan hal tersebut merupakan sesuatu yang telah diketahui oleh penjual dan pembeli maka dibolehkan hukumnya untuk diperjual belikan dengan harga tunai ataupun tangguh, yang dibayarkan secara kontan ataupun beberapa kali pembayaran, berdasarkan keumuman dalil tentang bolehnya jual beli.”³

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang ditulis oleh Edi Siswanto membahas tentang penutupan harga saham dapat dimodelkan dengan menggunakan model Levy dan model Black Scholes. Sedangkan untuk model Black Scholes menghasilkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yaitu 9,292%. Semakin kecil nilai Mape, pendugaan lebih mendekati nilai aktual.⁴

Dalam menganalisis metode model Levy dan Black Scholes, untuk meramalkan penutupan harga saham *Bank of America Corporation* dari hasil peramalan kedua model akan dibandingkan untuk mengetahui model yang lebih

³Syeh Abdul Azis Ibnu Abdillah Ibnu Baz dalam Nurul Huda dan Mustafa Edwin Nasution, *Investasi pada Pasar Modal Syariah*, (Jakarta:Kencana Prenada Media Group), h.66.

⁴Edy Siswanto. *Pemodelan Harga Saham Menggunakan Model Levy dan Model Black Scholes*.h.10.

tepat dalam meramalkan. Pada penelitian ini, penulis menggunakan Proses Wiener untuk mengetahui Prediksi harga saham dan membuat harga saham sebelumnya menjadi lebih akurat. Selain itu metode ini dapat menyelesaikan permasalahan penentuan ataupun prediksi harga sehingga peneliti mengambil judul Prediksi Harga Saham Menggunakan Generalisasi Proses Wiener.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah untuk penelitian ini yaitu berapa besar prediksi harga saham dengan menggunakan generalisasi proses Wiener?

C. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas tujuan penelitian ini yaitu untuk menghitung besar prediksi harga saham dengan menggunakan generalisasi proses Wiener.

D. Manfaat

Adapun manfaat yang diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Bagi Penulis**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari peneliti ini adalah sebagai sarana untuk menambahkan informasi dan wawasan tentang model matematika persamaan proses Wiener.

2. **Bagi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar**

Menambah pembendaharaan skripsi perpustakaan Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar sehingga dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar dan umum.

3. Bagi Pembaca

Diharapkan dapat menjadi salah satu sumber referensi terhadap mata kuliah yang berhubungan dengan memprediksi harga saham menggunakan generalisasi proses Wiener.

E. Sistematika Penulisan

Agar penulisan tugas akhir ini tersusun secara sistematis maka penulis memberikan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I (Pendahuluan)

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah yaitu membahas apa saja yang ingin dimunculkan dalam pembahasan, tujuan penelitian memaparkan tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti, manfaat memaparkan yang ingin dicapai oleh peneliti, batasan masalah memaparkan bagaimana masalah yang dirumuskan dibatas penggunaannya agar tidak terlalu luas lingkup pembahasannya dan sistematika penulisan membahas tentang apa saja yang dibahas pada masing-masing bab.

Bab II (Kajian teori)

Bab ini memaparkan tentang teori-teori yang berhubungan tentang skripsi ini seperti model harga saham, proses Wiener dan beberapa teori yang berhubungan dengan penulisan skripsi ini.

Bab III (Metodologi Penelitian)

Bab ini membahas tentang metode-metode atau cara dalam penelitian yang akan digunakan oleh penulis, meliputi pendekatan penelitian yang digunakan, bahas kajian, dan cara menganalisis.

Bab IV (Hasil dan Pembahasan)

Bagian ini berisis hasil penelitian dan pembahasan.

Bab V (Kesimpulan dan Saran)

Bagian ini berisis kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Saham

1. Pengertian Saham

Saham dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan atau pemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Wujud saham berupa selembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik saham kertas tersebut adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut.⁵

2. Jenis-jenis Saham

Secara umum saham yang dikenal sehari-hari merupakan saham biasa (*common stock*). Ada beberapa sudut pandang untuk membedakan saham, yaitu:

- 1) Ditinjau dari segi kemampuan dalam hak tagih atau klaim, maka saham dibedakan menjadi dua yaitu saham biasa (*common stock*) dan saham preferen (*preferred stock*)
 - a) Saham biasa (*common stock*) adalah jenis saham yang menempatkan pemiliknya pada posisi paling akhir dalam pembagian dividen dan hak atas harta kekayaan perusahaan apabila perusahaan tersebut dilikuidasi.
 - b) Saham preferen (*preferred stock*) yaitu saham yang memberikan hak istimewa kepada pemiliknya, saham preferen memiliki sifat gabungan antara obligasi dan saham biasa.
- 2) Dilihat dari cara peralihannya, saham dapat dibedakan atas saham unjuk (*bearer stock*) dan saham atas nama (*registered stock*).

⁵Darmadji. *Pasar Modal di Indonesia (Pendekatan Tanya Jawab) Edisi 2.* (Jakarta :Salemba.2006)

- a) Saham atas unjuk, artinya pada saham tersebut tidak tertulis nama pemiliknya, agar mudah dipindahtangankan dari satu investor ke investor lain.
 - b) Saham atas nama, merupakan saham dengan nama pemilik ditulis secara jelas dan cara peralihannya harus melalui prosedur tertentu.
- 3) Ditinjau dari kinerja perdagangan, maka saham dikategorikan atas:
- a) Saham unggulan (*blue-chip stock*), yaitu saham biasa dari suatu perusahaan yang memiliki reputasi tinggi, sebagai pemimpin di industry sejenis, memiliki pendapatan yang stabil, dan konsisten dalam membayar dividen.
 - b) Saham pendapatan (*income stock*), yaitu saham dari suatu perusahaan (emiten) yang mempunyai kemampuan membayar dividen lebih tinggi dari rata-rata dividen yang dibayarkan pada tahun sebelumnya.
 - c) Saham pertumbuhan (*growth stock/well-known*), yaitu saham-saham dari emiten yang memiliki pertumbuhan pendapatan yang tinggi, sebagai pemimpin di industry sejenis yang mempunyai reputasi tinggi.
 - d) Saham spekulatif (*speculative stock*) yaitu saham suatu perusahaan yang tidak bisa secara konsisten memperoleh penghasilan dari tahun ke tahun, akan tetapi memiliki kemungkinan penghasilan yang tinggi dimasa mendatang, meskipun belum pasti.
 - e) Saham siklikal (*cyclical stock*), yaitu saham yang tidak terpengaruh oleh kondisi ekonomi makro maupun situasi bisnis secara umum.⁶

⁶Darmadji. *Pasar Modal di Indonesia (Pendekatan Tanya Jawab)* Edisi 2.

Penerbitan saham hanya dapat dikeluarkan oleh suatu badan usaha yang berbentuk perseroan terbatas atau bentuk-bentuk perusahaan lain yang modalnya terdiri dari saham-saham. Pada pasar modal, saham merupakan obyek investasi yang paling utama, karena memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan investasi di bank misalnya dalam bentuk tabungan, giro dan sebagainya.⁷

a. Return harga saham

Merupakan tingkat keuntungan atau pendapatan yang diperoleh dari investasi dalam instrumen surat berharga saham.

$$u_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}} \quad (2.1)$$

Rata-rata return harga saham

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i \quad (2.2)$$

b. Standar Deviasi return harga saham

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (u_i - \bar{u})^2} \quad (2.3)$$

c. Volatilitas harga saham

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{\tau}} \quad (2.4)$$

Dimana:

τ = perubahan harga pada saat waktu

$$= \frac{1}{n} = \Delta t$$

⁷ Rivail Davesta, *Pengaruh Risiko Sistematis dan Likuiditas Saham Terhadap Return Saham pada Industri Pertambangan yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode Tahun 2010-2012*, Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi, 2012

⁸ Ni Made Wahyuliantini, Anak Agung Gede Suarjaya, *PENGARUH HARGA SAHAM, VOLUME PERDAGANGAN SAHAM, DAN VOLATILITAS RETURN SAHAM PADA BID-ASK SPREAD*, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana (Unud) Bali, Indonesia, 2015

3. Model Harga Saham

Didalam pemodelan harga saham terdapat dua faktor yang sangat berpengaruh, yaitu keadaan saham pada waktu lalu yang berpengaruh pada harga saham saat ini dan respon saham terhadap informasi baru tentang saham. Berdasarkan kedua faktor ini dapat dikatakan bahwa perubahan harga saham mengikuti proses rantai Markov. Proses rantai markov merupakan proses stokastik dimana harga saat ini berpengaruh untuk memprediksi harga yang akan datang. Harga saham dilambangkan dengan S dan waktu dengan t .⁹

Perubahan harga saham dikenal sebagai return. Model umum harga saham terdiri atas dua bagian, bagian pertama adalah bagian deterministik yang dilambangkan dengan μdt ukuran dari rata-rata pertumbuhan harga saham atau yang lebih dikenal dengan *drift* ditunjukkan sebagai μ . Sedangkan bagian kedua merupakan model perubahan harga saham secara random yang disebabkan oleh faktor eksternal. Faktor eksternal dilambangkan dengan σdBt . Nilai σ didefinisikan sebagai volatilitas saham yang digunakan untuk mengukur standar deviasi dari *return* dan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari S dan t . Nilai μ dan σ dapat diestimasi dengan menggunakan harga saham pada hari sebelumnya. Model harga saham yang dipengaruhi oleh nilai μ dan σ dengan masing-masing bergantung pada S dan t dirumuskan sebagai berikut,

$$S(t + \Delta t) = S(t) + \mu \Delta t S(t) + \sigma \sqrt{\Delta t} Z S(t), \quad Z \sim N(0,1)$$

$$S(t + \Delta t) - S(t) = \mu \Delta t S(t) + \sigma \sqrt{\Delta t} Z S(t), \quad Z \sqrt{\Delta t} = \Delta B$$

$$\Delta S(t) = \mu \Delta t S(t) + \sigma \Delta B S(t), \quad \Delta B = \text{gerak Brown}$$

⁹Bambang Susanto. Jurnal *Perhitungan Harga Opsi Eropa Menggunakan Metode Gerak Brown Geometri*. (Universitas Kristen Satya Wacana)

$$dS = \mu S dt + \sigma S dB, \quad \text{model harga saham dalam } dB \sim N(0,1)$$

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dB \quad ^{10} \quad (2.5)$$

Keterangan:

S : harga saham pada waktu t

μ : tingkat pengembalian yang diharapkan

dt : perubahan waktu

σ : volatility dari harga saham

dB : proses wiener $\sim \emptyset (0,1)$

B. Percobaan Acak

1. Peubah Acak

a) Definisi peubah acak

Nilai real dari sebuah fungsi yang didefinisikan di dalam ruang sampel disebut Peubah Acak. Diasumsikan sebuah percobaan yang mempunyai ruang sampel S . Sebuah fungsi X yang terdefinisi pada S yang memetakan setiap unsur s yang merupakan elemen S ke satu dan hanya satu bilangan real, yaitu $X(s) = x$. Ruang dari X adalah himpunan bagian bilangan real $A = \{x: x = X(s), s \in S\}$ Peubah acak dinotasikan dengan huruf kapital dan nilai dari peubah acak dinotasikan dengan huruf kecil.¹¹

¹⁰Bambang Susanto. *Jurnal Perhitungan Harga Opsi Eropa Menggunakan Metode Gerak Brown Geometri*.

¹¹Ross. *Pengantar keuangan perusahaan Edisi Global Asia Buku 2*. (Salemba Empat. 2009) h. 21.

Rata-rata ditulis dengan menggunakan μ untuk menyatakan rata-rata populasi, dan \bar{X} untuk menyatakan rata-rata sampel. Secara aljabar rata-rata dapat ditulis sebagai berikut:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (2.6)$$

dimana N adalah banyaknya populasi

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.7)$$

dimana n adalah banyak data atau sampel

Keterangan:

x_i = nilai x ke- i

n = ukuran sampel

Karena ruang sampel S adalah ruang sampel farik, peubah acak X yang diturunkan dari S juga disebut peubah acak farik, dan sebarang peluangnya disebut sebarang peluang farik. Peubah acak ditulis dengan huruf kapital, misalnya X dan simbol nilai pengamatan nya dengan huruf kecil x . Untuk penyederhanaan, kita menulis *fmp* peubah farik dengan $p(x)$ untuk $P(X=x)$. Hal yang perlu diperhatikan bahwa $p(x)$ untuk $x = 0, 1, 2, \dots, n$ memiliki sifat-sifat berikut:

i. $p(x) \geq 0$ untuk $x = 0, 1, 2, 3$.

ii. $\sum_{x=0}^n p(x) = 1$.¹²

¹²Muhammad Arif Tiro dkk. *Pengantar Teori Peluang*. (Makassar: Andira Publisier. 2008) h. 97.

Simbol $E(X)$ dalam bahasa Inggris dibaca *Expected value of X*. Hasil suatu percobaan mungkin saja tidak terhingga banyaknya dan tidak dapat dipadankan satu-satu dengan bilangan asli. Peubah acak malar X memiliki fungsi sebaran khusus yang disebut fungsi kepadatan peluang (fkp) yang biasa ditulis dengan simbol $f(x)$, dan harus memenuhi sifat-sifat berikut:

- i. $f(x) \geq 0$ untuk semua $x \in R = \{\text{bilangan Riil}\}$
 - ii. $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$
 - iii. $p(a < X < b) = \int_a^b f(x)dx$, untuk $a, b \in R$.¹³
- b) Nilai harapan peubah acak

Nilai harapan (*expected value*) yang biasa disebut rerata (*mean*) secara populer dalam aplikasi statistika dan variansi.

$$\mu = E(X) = \sum_{i=1}^{\infty} x_i \cdot p_i \quad (2.8)$$

$$\sigma^2 = E(X - \mu)^2 = \sum_{i=1}^{\infty} (x_i - \mu)^2 \cdot p_i \quad (2.9)$$

Keterangan:

μ = rata-rata

x_i = peubah acak

σ = variansi

X = parameter

¹³Muhammad Arif Tiro dkk. *Pengantar Teori Peluang*. h.98

p_i = peubah acak farik

Rumus variansi dapat ditulis dengan $\sigma^2 = E[x - \mu]^2$ dengan

$$E[X^2] = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i \quad (2.10)$$

Maka persamaan (2.4) disubstitusikan kedalam σ^2 menjadi $\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (x - \mu)^2 p_i$.

Nilai harapan (*expected value*) suatu peubah acak dapat ditentukan dengan menggunakan fungsi massa peluang (*fmp*) untuk peubah farik atau fungsi kepadatan peluang (*fkp*) untuk peubah malar. Nilai harapan dapat juga ditentukan dengan menggunakan fungsi pembangkit momen (*moment generating function*), kata sinonim dari nilai harapan, antara lain harapan matematis (*mathematical expectation*) atau yang paling populer rerata (*mean*), dapat disimbolkan μ .¹⁴

Definisi: Jika X peubah acak farik dan $p(x)$ adalah nilai fungsi massa peluangnya di x , nilai harapan peubah acak X adalah $\mu = E(X) = \sum_x x p(x)$. Jika X peubah acak malar dan $f(x)$ adalah nilai fungsi kepadatan peluangnya di x , nilai harapan peubah acak X adalah $\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$.

Contoh 2.1: Jika X peubah acak yang menyatakan daya tahan hidup bola lampu merek merek tertentu dengan fungsi kepadatan peluangnya diberikan oleh:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{20.000}{x^3}; & x > 100 \\ 0 & ; x \text{ yang lain} \end{cases}$$

¹⁴Muhammad Arif Tiro dkk. *Pengantar Teori Peluang*. h.129-131.

Hitunglah nilai harapan daya tahan hidup lampu itu!

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\mu = E(x) &= \int_{100}^{\infty} x \frac{20000}{x^3} dx = \int_{100}^{\infty} \frac{20000}{x^2} dx \\ &= \left[\frac{-20000}{x} \right]_{100}^{\infty} = 200\end{aligned}$$

Peubah acak X berikut fungsi sebaran peluangnya. Ingin menghitung bukan nilai harapan X , tetapi nilai harapan fungsi dari X , katakanlah $g(X)$. Sebagai contoh, ingin menghitung $E(X^2)$. Karena $g(X)$ juga suatu peubah acak, pastilah mempunyai sebaran peluang yang dapat diperoleh dari pengetahuan tentang sebaran X . Setelah sebaran $g(X)$ diperoleh, $E(g(X))$ dapat dihitung berdasarkan rumus nilai harapan.

Teorema 2.1: Jika X peubah acak farik dan $p(x)$ nilai fungsi massa peluangnya di x , nilai harapan peubah acak $g(X)$ diberikan oleh $\mu_{g(x)} = E[g(X)] = \sum_x g(x)p(x)$. Jika X peubah acak malar dan $f(x)$ nilai fungsi kepadatan peluangnya di x , nilai harapan peubah acak $g(X)$ diberikan oleh $\mu_{g(x)} = E[g(X)] = \int_{-\infty}^{\infty} g(x)f(x)dx$.¹⁵

Bukti: berdasarkan definisi 2.1 dengan $\mu = E(x) = \sum_x xp(x)$, jika x peubah acak farik dan $p(x)$ adalah nilai fungsi peluangnya di x , jika $\mu_x = E(x) = \sum_x xp(x)$, maka $\mu_{g(x)} = E[g(x)] = \sum_x g(x)p(x)$.

¹⁵Muhammad Arif Tiro dkk. *Pengantar Teori Peluang*.h.132

Jika x peubah acak malar dan $p(x)$ adalah nilai fungsi massa peluangnya di x , jika

$$\mu_x = E(x) = \int_{-\infty}^{\infty} xp(x), \text{ maka } \mu_{g(x)} = E[g(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} g(x)p(x).$$

Contoh 2.2: Bila X menyatakan banyaknya sisi gambar yang diperoleh bila sekeping uang logam setimbang dilemparkan dua kali. Anggaplah bahwa hasil lemparan pertama tidak mempengaruhi hasil lemparan kedua. Hitunglah $E(X^2)$!

Penyelesaian: Fungsi massa peluang bagi X adalah:

$$P(X = 0) = p(0) = \frac{1}{4}, P(X = 1) = p(1) = \frac{1}{2}, P(X = 2) = p(2) = \frac{1}{4}. \text{ Karena itu,}$$

jika kita mengambil $Y = X^2$, fungsi massa peluang Y ialah

$$P(Y = 0) = P(X = 0) = \frac{1}{4},$$

$$P(Y = 1) = P(X = 1) = \frac{1}{2},$$

$$P(Y = 4) = P(X = 2) = \frac{1}{4}.$$

$$\text{Jadi, } E(X^2) = E(Y) = 0 \times \frac{1}{4} + 1 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} = \frac{3}{2}.$$

Teorema 2.2: Jika a dan b konstanta, X dan Y peubah acak, maka

$$E(aX+b) = a E(X) + b.^{16}$$

Buktikan Teorema 2.1 dengan $g(X) = aX+b$. Jika X peubah acak malar dengan fungsi kepadatan peluang $f(x)$, diperoleh:

¹⁶Muhammad Arif Tiro dkk. *Pengantar Teori Peluang*.h.133

$$\begin{aligned}
E(aX+b) &= \int_{-\infty}^{\infty} (ax + b)f(x)dx \\
&= a \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx + b \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx \\
&= a E(X) + b.
\end{aligned}$$

Jika X peubah acak farik dengan fungsi massa peluang $p(x)$, diperoleh:

$$\begin{aligned}
E(aX+b) &= \sum_x (ax + b)p(x) \\
&= a \sum_x xp(x) + b \sum_x p(x) \\
&= a E(X) + b.
\end{aligned}$$

Nilai harapan dari peubah acak X, yaitu $E(X)$ dinamakan juga rerata atau momen pertama.

c) Simpangan Baku dan Variansi

Ukuran penyebaran yang sering digunakan adalah simpangan baku. Pangkat dua dari simpangan baku disebut variansi. Simpangan baku dan variansi sampel berturut-turut ditulis dengan lambang s dan s^2 , sedangkan untuk populasi diberi lambang σ dan σ^2 . Jadi s dan s^2 adalah statistik, sedangkan σ dan σ^2 adalah parameter. Jika mempunyai sampel berukuran n dengan data x_1, x_2, \dots, x_n dengan rerata \bar{x} , statistik variansi s^2 dihitung dengan rumus:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.11)$$

Keterangan:

$$s^2 = \text{varian}$$

s = standar deviasi (simpangan baku)

x_i = nilai x ke- i

\bar{x} = rata-rata

n = ukuran sampel

Untuk mencari nilai simpangan baku s , diambil nilai akar s^2 yang positif.¹⁷

2. Fungsi Kepadatan Peluang

Definisi:

X adalah suatu peubah acak malar jika ada suatu fungsi tidak negatif f , yang terdefinisikan untuk semua bilangan riil $x \in (-\infty, \infty)$, dengan sifat

$$P(X \in B) = \int_B f(x)dx, \quad (2.12)$$

Untuk sebarang himpunan bilangan riil B . Fungsi f ini dinamakan fungsi kepadatan peluang ($f_k p$) dari peubah acak malar X .¹⁸

Simbol $P(X \in B)$ menyatakan peluang nilai X ada di dalam B . Nilai peluang ini dapat diperoleh dengan mengintegralkan fungsi kepadatan peluangnya pada himpunan B . Karena X mengambil suatu nilai bilangan riil, sifat berikut berlaku:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = P\{X \in (-\infty, \infty)\} = 1. \quad (2.13)$$

Semua pernyataan peluang tentang X dapat dinyatakan dalam f . sebagai misal, jika $B = [a, b]$, maka diperoleh

$$P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x)dx. \quad (2.14)$$

Jika $a = b$,

¹⁷Muhammad Arif Tiro. *Dasar-dasar statistika Edisi ketiga*. (Makassar: Andira Publisher. 2008) h. 167

¹⁸Muhammad Arif Tiro dkk. *Pengantar Teori Peluang*. h. 107

$$P\{X = a\} = \int_a^a f(x)dx = 0. \quad (2.15)$$

Pernyataan ini menunjukkan bahwa peluang suatu peubah acak malar mengambil satu nilai tetap tertentu sama dengan nol. Karena, untuk peubah acak malar,

$$P\{X < a\} = P\{X \leq a\} = \int_{-\infty}^a f(x)dx = F(a). \quad (2.16)$$

Fungsi $F(x)$ disebut fungsi sebaran kumulatif dari X , atau dengan singkat disebut fungsi sebarang.¹⁹

3. Proses Stokastik dan Proses Markov

a) Definisi proses stokastik

Sebuah proses stokastik dengan waktu kontinu $\{X(t), t \in T\}$ disebut memiliki inkremen stasioner jika sebaran dari perubahan nilai pada sembarang interval waktu hanya bergantung pada panjang dari interval waktu. Dengan kata lain, sebuah proses stokastik memiliki inkremen stasioner jika perubahan nilai pada interval $(t_1 + s, t_2 + s)$, yaitu $X(t_2 + s) - X(t_1 + s)$, mempunyai perubahan nilai yang sama pada interval (t_1, t_2) untuk setiap $t_1 < t_2$ dan $s > 0$. Suatu proses stokastik dengan waktu kontinu $\{X(t), t \in T\}$ disebut memiliki inkremen bebas jika untuk semua $t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_n$, peubah acak $X(t_1) - X(t_0), X(t_2) - X(t_1), \dots, X(t_n) - X(t_{n-1})$ adalah bebas. Dengan kata lain, suatu proses stokastik dengan waktu kontinu X disebut memiliki inkremen bebas jika proses berubahnya nilai pada interval waktu yang tidak tumpang tindih (tidak overlap) adalah bebas.²⁰

¹⁹Muhammad Arif Tiro dkk. *Pengantar Teori Peluang*. h.107.

²⁰Ross. *Pengantar keuangan perusahaan Edisi Global Asia Buku 2*. h.250.

b) Definisi proses Markov

Proses Markov $\{X_t\}$ adalah proses stokastik dengan sifat, $P(X_{n+1} = x_{n+1} | x_0, X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) = P(X_{n+1} = x_{n+1} | X_n = x_n)$ untuk semua nilai x_0, \dots, x_{n+1} dan sebarang n , serta $x_0, \dots, x_{n+1} \in \Omega$ (state space). Proses Markov dapat diaplikasikan untuk sistem diskrit maupun sistem kontinu. Sistem diskrit adalah sistem dengan perubahan kondisi (*state*) yang dapat diamati atau terjadi secara diskrit, sedangkan jika dalam suatu sistem yang kondisi (*state*) berubah secara kontinu (berkelanjutan), maka sistem tersebut sistem kontinu. Dalam aplikasi proses Markov, kondisi yang dimungkinkan terjadi pada sistem harus dapat diidentifikasi dengan jelas. Kemungkinan kondisi yang dimaksud, misalnya beroperasi atau gagal, naik atau turun, dan sebagainya.

C. Proses Wiener

Proses Wiener merupakan salah satu proses Markov dengan perubahan rata-rata nol dan volatilitas satu per tahun. Disajikan secara formal, variabel z mengikuti proses Wiener memiliki dua sifat berikut:

- 1) Perubahan Δz selama jangka waktu terkecil Δt adalah

$$\Delta z = \epsilon \sqrt{\Delta t} \quad (2.17)$$

dengan ϵ memiliki sebarang normal baku $\emptyset (0,1)$

- 2) Nilai Δz untuk dua interval waktu yang berbeda, saling bebas.

Sifat pertama yang Δz sendiri memiliki sebarang normal dengan rata-rata

$\Delta z = 0$, Standar deviasi $\Delta z = \sqrt{\Delta t}$, Ragam $\Delta z = \Delta t$. Sifat dua menunjukkan

bahwa z mengikuti proses Markov. Perubahan nilai z selama waktu yang relatif

lama, T dapat dinyatakan dengan $z(T) - z(0)$. Hal ini dapat dianggap sebagai jumlah perubahan z dalam interval waktu pendek Δt , dengan

$$N = \frac{T}{\Delta t}$$

maka,

$$z(T) - z(0) = \sum_{i=1}^N \epsilon_i \sqrt{\Delta t} \quad (2.18)$$

Diketahui $\epsilon_i (i = 1, 2, \dots, N)$ dengan sebaran $T(0,1)$. Diketahui dari sifat kedua bahwa ϵ_i saling bebas satu sama lain. Ini mengikuti persamaan (2.18) yaitu $z(T) - z(0)$ menyebar normal, dengan

$$\text{Rata-rata } [z(T) - z(0)] = 0$$

$$\text{Standar deviasi } [z(T) - z(0)] = N\Delta t = T$$

$$\text{Ragam } [z(T) - z(0)] = \sqrt{T}^{21}$$

D. Generalisasi Proses Wiener

Perubahan rata-rata per satuan waktu untuk proses stokastik dikenal sebagai *drift rate* dan dikenal sebagai volatilitas. Proses Wiener dasar, dz , yang telah dikembangkan sejauh ini memiliki *drift rate* nol dan volatilitas 1. *Drift rate* nol berarti bahwa nilai yang diharapkan dari z pada setiap saat untuk waktu yang akan datang sama dengan nilai saat ini. volatilitas 1 berarti bahwa perubahan ragam z dalam interval waktu dengan panjang T bernilai T . Generalisasi proses Wiener untuk suatu variabel x dapat didefinisikan dalam dx sebagai

$$dx = a dt + b dz \quad (2.19)$$

Keterangan:

²¹John C Hull.Options, Futures, and Other Derivatives.6th edition. New Jersey:Pearson Education 2006.h.261-263.

dx =perubahan variabel acak x

α =konstanta *drift rate*

dt =perubahan waktu

b =konstanta *volatility*

dz =proses Wiener $\sim \emptyset (0,1)$

dengan α dan b adalah konstanta. Untuk memahami persamaan (2.19). Istilah αdt menyiratkan bahwa x memiliki tingkat penyimpangan yang diharapkan sebesar α per unit waktu. Tanpa besaran $b dz$, persamaan menjadi $dx = \alpha dt$, yang menyiratkan bahwa $dx/dt = \alpha$. Jika diintegrasikan dengan memperhatikan waktu, kita mendapatkan $x = x_0 + at$ dengan x_0 adalah nilai x pada waktu 0. Dalam jangka waktu panjang T , variabel x meningkat sebesar αT . Istilah $b dz$ di sisi kanan dapat dianggap sebagai penambahan variabel ke persamaan yang diikuti oleh x . Jumlah dari variabel adalah b kali proses Wiener. Proses Wiener memiliki volatilitas 1. Oleh karena itu, b kali proses Wiener memiliki volatilitas b . dalam interval jangka waktu pendek Δt , maka perubahan Δx dalam nilai x ditulis persamaan $\Delta x = a\Delta t + b \epsilon \sqrt{\Delta t}$ seperti sebelumnya, ϵ memiliki sebaran normal baku. Jadi Δx memiliki sebaran normal, dengan Rata-rata $\Delta x = a \Delta t$, standar deviasi $\Delta x = b \sqrt{\Delta t}$, Ragam $\Delta x = b^2 \Delta t$ serupa dengan argument yang diberikan untuk menunjukkan proses Wiener bahwa perubahan nilai x dalam interval waktu T biasanya didistribusikan dengan rata-rata perubahan di $x = a T$, standar deviasi $\Delta x = b\sqrt{\Delta t}$, Ragam perubahan di $x = b^2 T$. Dengan demikian,

generalisasi proses Wiener memiliki *drift rate* yang diharapkan (yaitu, *drift* rata-rata per unit waktu) a dan volatilitas (yaitu, ragam per unit waktu) dari b^2 .²²

E. Proses Ito

Proses Ito adalah generalisasi proses Wiener dengan parameter a dan b merupakan fungsi dari variabel yang mendasari x dan waktu t . Sebuah proses Ito dapat ditulis secara aljabar

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dz \quad (2.20)$$

Keterangan:

dx = perubahan variable acak

a = kontanta *drift rate*

dt = perubahan waktu

b = konstanta *volatility*

dz = proses Wiener $\sim \emptyset (0,1)$

drift rate dan volatilitas dari proses ito memungkinkan perubahan dari waktu ke waktu. Dalam jangka waktu pendek antara t dan $t+\Delta x$, dengan $\Delta x = a(x, t)\Delta t + b(x, t) \epsilon \sqrt{\Delta t}$ hubungan ini melibatkan sedikit pendekatan. Dapat diasumsikan bahwa *drift rate* dan volatilitas dari x tetap konstan, sama dengan $a(x, t)$ dan $b^2(x, t)$, masing-masing, selama selang waktu antara t dan $t + \Delta t$.

F. Metode Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo sering digunakan untuk melakukan analisa keputusan pada situasi yang melibatkan resiko yang melibatkan beberapa parameter untuk dilakukan pertimbangan secara simultan. Metode ini dapat

²² John C Hull. Options, Futures, and Other Derivatives. 6th edition. h.263-265.

digunakan secara luas karena didasarkan pada proses simulasi dengan pilihan kemungkinan secara random. Metode ini mengasumsikan pola kejadian variabel perhitungannya pada dua model distribusi, yaitu distribusi normal dan uniform. Asumsi ini dapat melemahkan suatu kasus yang mempunyai pola distribusi diluar kedua asumsi diatas, namun dengan sedikit melakukan usaha manipulasi statistik dengan melakukan transformasi data mentah pada variabel yang bersangkutan untuk diubah untuk memenuhi dua asumsi distribusi tersebut dapat dilakukan dengan sederhana. Didalam operasionalnya, Monte Carlo melibatkan pemilihan secara acak terhadap keluaran masing-masing secara berulang sehingga diperoleh solusi dengan nilai pendekatan tertentu.²³

Adapun langkah-langkah pembuatan model simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

- 1) Formulasi masalah, dalam tahap ini ditentukan masalah apa saja yang akan dibahas dan ditentukan batasan-batasan masalah.
- 2) Pembuatan simulasi Monte Carlo, dalam tahap ini kita membuat model dan menentukan parameter-parameter model, variabel, hubungan antara bagian model.
- 3) Pembuatan distribusi untuk variabel, dalam tahap ini kita menetapkan distribusi probabilitas untuk variabel-variabel utama. Dalam tahap ini juga menggunakan teori probabilitas.

²³Hanna Lestari.Jurnal, *Teknik Simulasi Monte Carlo*.h.4-5.

- 4) Ubah distribusi probabilitas menjadi distribusi kumulatif. Hal ini untuk menentukan bahwa hanya satu variabel akan diasosiasikan dengan satu bilangan acak.
- 5) Simulasi model. Dalam mensimulasikan model terlebih dahulu ditentukan
 - a. Aplikasi yang digunakan
 - b. Pembangkitan bilangan-bilangan acak
- 6) Evaluasi strategi model. Pada tahap ini kita melakukan evaluasi terhadap model apakah sudah menyerupai sistemnya.
- 7) Periksa apakah diperlukan adanya perbaikan model. Pada tahap ini apabila ternyata diperlukan adanya pergantian model dikarenakan model tidak sesuai dengan sistemnya, maka dilakukan perbaikan (pengulangan) formulasi masalah.
- 8) Keputusan. Keputusan diambil apabila model sudah sesuai dengan sistemnya.
- 9) Selesai. Pembuatan model simulasi Monte Carlo selesai.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian ini adalah terapan.

B. Waktu Penelitian

Adapun waktu yang digunakan dalam proses penelitian ini, terhitung selama periode bulan Januari sampai November 2017.

C. Jenis dan sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Sumber data diperoleh dari <http://www.finance.yahoo.com> pada perusahaan PT. Unilever Indonesia.

D. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah untuk menyelesaikan prediksi harga saham menggunakan generalisasi proses wiener adalah sebagai berikut:

1. Mengambil data saham harian melalui <http://www.finance.yahoo.com>. Pada perusahaan PT. Unilever Indonesia.
2. Menghitung return Persamaan (2.1)
3. Menghitung nilai ekspektasi return (μ) Persamaan (2.6)
4. Menghitung standar deviasi return Persamaan (2.3)
5. Menghitung volatilitas (σ) Persamaan (2.4)
6. Memodelkan perubahan harga saham berdasarkan proses Wiener

7. Setelah memodelkan perubahan harga saham berdasarkan proses Wiener, maka dilakukan simulasi Monte Carlo untuk mendapatkan nilai prediksi untuk selang waktu berikutnya.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Data Harga Saham

Penelitian ini menggunakan data harga saham PT. Unilever Indonesia sebanyak 196 data dengan perjanjian harga saham selama sepuluh bulan. Data yang digunakan adalah data harga saham penutupan harian yang diperoleh dari <http://www.finance.yahoo.com>. Adapun data harga saham penutupan harian PT. Unilever Indonesia sesuai pada Tabel gambar yang diperoleh pada Lampiran I.

Tabel 4.1 Harga Penutupan Saham PT. Unilever Indonesia

No	Tanggal	Harga penutupan saham $S(t)$
1	1/4/2016	36.000
2	1/5/2016	35.675
3	1/6/2016	37.425
.	.	.
.	.	.
.	.	.
194	10/18/2016	44.475
195	10/19/2016	44.325
196	10/20/2016	44.300

2. Return Harga Saham

Jika i sebagai interval waktu pada pengamatan, S_i sebagai harga saham pada waktu ke i , maka u_i dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$u_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}}$$

Untuk $i = 1$, maka:

$$u_1 = \ln \frac{35.675}{36.000} = \ln 0.990972222 = -0.009068775$$

Untuk $i = 2$, maka:

$$u_2 = \ln \frac{37.425}{35.675} = \ln 1.049053959 = 0.047888767$$

Untuk $i = 3$, maka:

$$u_3 = \ln \frac{36.000}{37.425} = \ln 0.961923848 = -0.038819992$$

Untuk $i = 194$, maka :

$$u_{194} = \ln \frac{44.475}{44.725} = \ln 0.994410285 = -0.005605395$$

Untuk $i = 195$, maka:

$$u_{195} = \ln \frac{44.325}{44.475} = \ln 0.996627319 = -0.003378381$$

Untuk $i = 196$, maka:

$$u_{196} = \ln \frac{44.300}{44.325} = \ln 0.999435984 = -0.000564175$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dari nilai return pada Persamaan

(2.1) sehingga terdapat pada Tabel gambar yang diperoleh pada Lampiran II.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Return Harga Saham

No	Harga penutupan saham $S(t)$	Nilai ln Return
1	36.000	-
2	35.675	-0.009068775
3	37.425	0.047888767
.	.	.
.	.	.
.	.	.
194	44.475	-0.005605396
195	44.325	-0.003378382
196	44.300	-0.000564

3. Perhitungan nilai ekspektasi return (μ)

Apabila N adalah banyaknya populasi, maka n adalah banyaknya data sampel sehingga rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \\ &= \frac{-0,009068775+0,047888767+\dots+(-0,005605396)+(-0,003378382)+(-0,000564175)}{196} \\ &= \frac{0,001063927}{196} \\ \mu &= 0,000005428199\end{aligned}$$

Jadi, nilai ekspektasi return adalah $\mu = 0,000005428199$

4. Perhitungan standar deviasi return

Untuk menghitung nilai standar deviasi return berdasarkan rumus pada persamaan (2.3) sehingga terdapat pada Tabel gambar yang diperoleh pada Lampiran III.

Tabel 4.3 Perhitungan nilai standar deviasi return

Tanggal	u_i	$u_i - \bar{u}$	$(u_i - \bar{u})^2$
1/4/2016	-	-	-
1/5/2016	-0.009068775	-0.010132702	0.000102672
1/6/2016	0.047888767	0.04682484	0.002192566
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
10/18/2016	-0.005605396	-0.006669323	0.0000444799
10/19/2016	-0.003378382	-0.004442308	0.0000197341
10/20/2016	-0.000564175	-0.001628102	0.00000265072
Jumlah	= 0.001063927	Jumlah	= 0.048409292

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui jumlah data pengamatan sebanyak 196, sehingga u_i menggunakan interval $i = 1 - 196$. Oleh karena itu, standar deviasi u_i dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{196-1} (0.048409292)}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{195} (0.048409292)}$$

$$S = \sqrt{0.00024825}$$

$$S = 0.015756$$

Jadi, standar deviasi return adalah $S = 0.015756$

5. Volatilitas Harga Saham

Apabila σ adalah volatilitas harga saham, τ di dapat dengan rumus $\frac{1}{n}$, dimana n jumlah hari perdagangan yang di amati, sehingga untuk menghitung volatilitas harga saham dapat digunakan rumus standar deviasi S sebagai berikut:

$$S = \sigma \sqrt{\tau}$$

Atau

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{\tau}}$$

Dimana, $\tau = \frac{1}{n}, n = 196$ hari masa perdagangan

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{\tau}}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{0.015756}{\sqrt{\frac{1}{196}}} \\
 \sigma &= \frac{0.015756}{\sqrt{0.005102041}} \\
 &= \frac{0.015756}{0.07142828} \\
 \sigma &= 0.220584553
 \end{aligned}$$

Jadi, nilai volatilitas harga saham selama 196 hari masa perdagangan tersebut adalah $\sigma = 0.220584553$.

6. Memodelkan perubahan harga saham berdasarkan proses Wiener

Untuk mendapatkan nilai model perubahan harga saham berdasarkan proses Wiener adalah hasil perhitungan dari nilai ekspektasi return (μ) dan nilai volatilitas (σ). Dimana, $\mu = 0.000005428199$, $\sigma = 0.220585$ maka model perubahan harga berdasarkan proses wiener adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \frac{ds}{s} &= \mu dt + \sigma dB \\
 \frac{ds}{s} &= 0.000005428199 dt + 0.220584553 dB \\
 &= 0.220589981
 \end{aligned}$$

7. Setelah didapatkan model perubahan harga saham, maka dilakukan simulasi

Monte Carlo untuk mendapatkan nilai prediksi untuk selang waktu berikutnya.

Hasil perhitungan terdapat pada Tabel gambar yang diperoleh pada Lampiran

IV.

Tabel 4.4 Perhitungan Simulasi Monte Carlo

Hari ke-	Harga penutupan saham $S(t)$	Bilangan acak	dS/S model	dS model	Prediksi	Relative Error
196	44300	0.969622128	0.001091114	48.33634787	-	-
197	44150	-0.267413599	-0.000301085	-13.29289807	44348	0.00449233
198	44400	-0.105440017	-0.000118795	-5.274486447	44137	0.00593002
199	44425	0.108171201	0.00012161	5.402525597	44395	0.000681474
200	44500	0.329242233	0.00037041	16.48325879	44430	0.001563988
201	44425	1.566476599	0.001762833	78.31384294	44516	0.002059274
202	44525	0.963714387	0.001084465	48.28581261	44503	0.000487056
203	44475	0.932646647	0.001049501	46.67653829	44573	0.002209911
204	44450	0.222993099	0.000250834	11.14958018	44522	0.001612521
205	44425	-0.222187212	-0.000250186	-11.11449963	44461	0.000813722
206	44175	-0.113698501	-0.000128089	-5.658335864	44414	0.005407708
207	43975	-1.06133284	-0.001194587	-52.53194271	44169	0.004419367
208	44000	0.457628411	0.0005149	22.65560638	43922	0.00176209
209	44375	-0.903555532	-0.001017019	-45.13021791	44023	0.007940155
210	44375	-0.152631251	-0.000171905	-7.628294872	44330	0.001017019
211	43700	0.171330446	0.000192691	8.420615411	44367	0.015271664
212	41000	-0.162765134	-0.00018331	-7.515719295	43708	0.066059039
213	41000	-0.246411325	-0.000277448	-11.37537931	40992	0.00018331
214	40975	1.454314584	0.001636602	67.05976915	40989	0.000332511
215	41100	1.982972523	0.00223157	91.71753908	41042	0.001409738
216	40500	-1.332592811	-0.001499871	-60.74477622	41192	0.017079445
217	40250	1.443072194	0.00162395	65.36396796	40439	0.004701993
218	40000	-0.980398061	-0.0011035	-44.13999962	40315	0.007884099
219	39800	-0.11862682	-0.000133636	-5.318696168	39956	0.00391608
220	40450	0.937223463	0.001054651	42.66065207	39795	0.016200709
221	40100	-1.556402466	-0.001751753	-70.24531254	40493	0.009792036
222	40200	-0.1836716	-0.000206839	-8.314928588	40030	0.004234958
223	40100	-0.909209256	-0.001023382	-41.03761316	40192	0.002286411
224	40625	0.377937559	0.000425214	17.27430081	40059	0.013933234

225	40525	1.119941322	0.001260288	51.07316662	40642	0.002893875
226	41925	1.863717982	0.002097357	87.93171275	40576	0.03217476
227	42400	-0.469642007	-0.000528679	-22.41599351	42013	0.009128969
228	42225	1.093959547	0.001231047	51.98096724	42378	0.003613594
229	41800	0.115951561	0.000130366	5.449311004	42277	0.011411028
230	41325	0.864067562	0.00097232	40.18110438	41805	0.011626118
231	41450	-0.740280737	-0.000833264	-34.53881001	41365	0.002046294
232	41450	0.16661133	0.00018738	7.766917042	41415	0.000833264
233	40725	-0.154133824	-0.000173596	-7.069708475	41458	0.017993049
234	40050	-1.015703399	-0.001143234	-45.7865107	40718	0.016677411
235	40150	-1.74421867	-0.001963128	-78.81957642	40004	0.003631046
236	39975	-0.006334442	-7.25821E-06	-0.290147137	40071	0.002406014
237	39850	-0.684993945	-0.000771043	-30.72606051	39975	0.003129482
238	39650	-0.645681114	-0.000726799	-28.81758156	39819	0.004269204
239	38500	0.608271125	0.000684438	26.3508701	39621	0.029121621
240	37975	0.832617429	0.000936925	35.57971009	38526	0.014518785
241	37875	-0.411603916	-0.000463361	-17.54980555	38011	0.003579662
242	38200	0.612549218	0.000689253	26.3294602	37857	0.008967272
243	39300	0.127634867	0.000143515	5.64014151	38226	0.027319861
244	40000	0.295636484	0.000332589	13.30357383	39306	0.017358996
245	38800	0.609370877	0.000685676	-	40013	0.031270711
MAPE						0.009436428

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan data harga penutupan saham harian PT. Unilever Indonesia selama sepuluh bulan yang diperdagangkan mulai tanggal 4 Januari 2016 sampai dengan 30 Desember 2016, untuk mendapatkan nilai prediksi harga saham maupun perhitungan simulasi monte carlo terlebih dahulu mencari nilai return harga saham dengan rumus $u_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}}$, dimana i merupakan waktu, S_i merupakan harga saham pada waktu i , S_i merupakan return harga saham ke i , dan S_{i-1} merupakan harga saham pada waktu sebelumnya. Return harga saham itu sendiri berfungsi untuk melihat seberapa besar tingkat pengambilan harga saham pada tiap kali masa perdagangan. Untuk

menghitung nilai ekspektasi return menggunakan rumus $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$, apabila N adalah banyaknya populasi maka n adalah banyaknya data sehingga rata-rata sebesar 0.000005428199 . Kemudian untuk mencari standar deviasi dengan menggunakan rumus $S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (u_i - \bar{u})^2}$, dimana n merupakan banyaknya data yang di amati, \bar{u} adalah rata-rata dari S_i dan S standar deviasi dari S_i , sehingga nilai hasil perhitungan standar deviasi sebesar 0.015756. Adapun waktu masa perdagangan yaitu 196 hari. Setelah mencari return harga saham dan standar deviasi, maka untuk mencari nilai volatilitas harga saham yaitu dengan rumus $= \frac{S}{\sqrt{\tau}}$, dimana σ adalah volatilitas harga saham, τ didapat dengan rumus $\frac{1}{n}$, dimana n jumlah hari perdagangan yang diamati, dengan menggunakan rumus tersebut maka di peroleh nilai volatilitas sebesar 0.220584553.

Sebelum melakukan prediksi pada penelitian ini adalah dari hasil PT. Unilever Indonesia perhitungan dimulai 1 sampai 196 hari masa perdagangan, di ketahui nilai return sebesar -0.00002533, dan nilai volatilitas sebesar 0.220584553, kemudian perhitungan prediksi dimulai 196 sampai 245 hari masa perdagangan, sebelum melakukan prediksi maka diketahui terlebih dahulu bilangan acak dengan rumus $=\text{NORM.S.INV}(\text{RAND}())$ dan perhitungan model simulasi monte carlo untuk prediksi harga saham melakukan $\frac{ds}{s}$ model dengan rumus $= \sigma$ (volatilitas) dibagi banyaknya data harga saham di tambah nilai μ (return) dikali bilangan acak dibagi banyaknya data harga saham, setelah melakukan perhitungan $\frac{ds}{s}$ model maka dilakukan perhitungan ds model dengan

rumus $= \frac{ds}{s}$ model dikali data harga saham penutupan, setelah perhitungan model maka dilakukan perhitungan prediksi dengan rumus = data harga saham di tambah ds model, dan setelah perhitungan prediksi maka dilakukan perhitungan relative error dengan rumus = ABS (prediksi – harga penutupan saham) di bagi harga penutupan saham, maka menghasilkan nilai relative error sebesar 0.009436428, dan hasil prediksi terdapat pada Tabel 4.4 pada perhitungan simulasi monte carlo berada pada Lampiran 4.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil peneitian pada skripsi ini, di peroleh nilai return harga saham dapat di lihat pada Tabel 4.2, nilai standar deviasi 0.015756, dan nilai rata-rata sebesar 0.000005428199, dan nilai volatilitas dari harga saham 0.220584553. Karena nilai yang diperoleh dengan menggunakan model simulasi monte carlo maka dapat di sumpulkan bahwa prediksi harga saham mendapatkan nilai relative error sebesar 0.009436428 dan terdapat pada Tabel 4.4, maka di simpulkan bahwa model simulasi monte carlo harga saham dapat di gunakan untuk menentukan harga prediks, khususnya harga prediksi pada PT. Unilever Indonesia.

B. Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah di harapkan model ini juga dapat digunakan pada permasalahan harga lainnya, karena masih banyak permasalahan hasil prediksi dapat diselesaikan dengan menggunakn model simulasi monte carlo.

Daftar Pustaka

- Abdul Azis Dahlan. 1997. *Ensiklopedi Hukum Islam*. Jakarta : PT Ichtiar Baru Van Hoeve.
- Darmadji. 2006. *Pasar Modal di Indonesia (Pendekatan Tanya Jawab) Edisi 2*. Jakarta : Salemba.
- Davesta, Rivai. 2012. *Pengaruh Risiko Sistematis dan Likuiditas Saham Terhadap Return Saham pada Industri Pertambangan yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia*.
- Hull, John C. 2012. *Options, Future, and Other Derivatives Eight Edition*. Canada : Pearson Education International.
- Kementerian Agama RI. 2002. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta : Percetakan dan Penerbit Kementerian Agama.
- Lestari, Hanna. 2013. *Teknik Simulasi Monte Carlo*. Teknik Industri.
- Ni Made Wahyuliatini, Dkk. 2015. *Pengaruh Harga Saham Volume Perdagangan Saham dan Volatilitas Return Saham pada Bid-Ask Spread*. Bali: Indonesia.
- Ross, Sheldon M. 2009. *Pengantar Keuangan Perusahaan Edisi Gopal Asia Buku 2*. Salemba Empat.
- Sari, Indah, Mutia. 2011. *Pemodelan Harga Saham Menggunakan Generalisasi Proses Wiener dan Arima*. Institut Pertanian Bogor.
- Siswanto, Edy. 2013. *Pemodelan Harga Saham Menggunakan Model Levy dan Model Black Scholes*. Institut Pertanian Bogor.
- Susanto, Bambang. Jurnal. *Perhitungan Harga Opsi Eropa Menggunakan Metode Gerak Brown Geometri*.
- Tiro, Muhammad, Arif. 2008. *Dasar-dasar Statistika Edisi Ketiga*. Makassar : Adira Publisir.
- , Dkk. 2008. *Pengantar Teori Peluang*. Makassar : Adira Publisir.

RIWAYAT HIDUP



ASRIANI, lahir di Lolisang kabupaten Bulukumba pada tanggal 20 Juli 1993, anak kedua dari pasangan Ayahanda Lippang dengan Ibunda Jumarang. Penulis memulai pendidikan formal dari SD Negeri 214 Lolisang kabupaten Bulukumba pada tahun 1999 dan tamat

pada tahun 2006. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 5 Kajang sekarang telah berganti nama menjadi SMP Negeri 20 Bulukumba dan tamat pada tahun 2009. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Kajang sekarang telah berganti nama menjadi SMA Negeri 5 Bulukumba, hingga akhirnya tamat pada tahun 2012.

Pada tahun yang sama pula penulis terdaftar sebagai Mahasiswi pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Alauddin Makassar program strata 1 (S1). Atas ridho Allah SWT pada tahun 2018 Penulis mengakhiri masa perkuliahan S1 dengan judul Skripsi ***“Prediksi Harga Saham Menggunakan Generalisasi Proses Wiener”***.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
 MAKASSAR

LAMPIRAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

LAMPIRAN 1: Harga Penutupan Saham PT. Unilever Indonesia

No	Tanggal	Harga penutupan saham S(t)
1	1/4/2016	36,000
2	1/5/2016	35,675
3	1/6/2016	37,425
4	1/7/2016	36,000
5	1/8/2016	36,175
6	1/11/2016	35,325
7	1/12/2016	36,100
8	1/13/2016	36,100
9	1/14/2016	35,725
10	1/15/2016	36,000
11	1/18/2016	35,650
12	1/19/2016	35,900
13	1/20/2016	35,600
14	1/21/2016	35,800
15	1/22/2016	35,600
16	1/25/2016	35,625
17	1/26/2016	35,975
18	1/27/2016	37,300
19	1/28/2016	37,250
20	1/29/2016	36,700
21	2/1/2016	36,800
22	2/2/2016	37,475
23	2/3/2016	38,625
24	2/4/2016	39,950
25	2/5/2016	40,600
26	2/9/2016	40,850
27	2/10/2016	40,850
28	2/11/2016	41,550
29	2/12/2016	41,100
30	2/15/2016	41,575
31	2/16/2016	41,000
32	2/17/2016	41,350
33	2/18/2016	41,675
34	2/19/2016	42,750
35	2/22/2016	43,375
36	2/23/2016	42,450
37	2/24/2016	42,000

38	2/25/2016	42,725
39	2/26/2016	43,900
40	2/29/2016	44,525
41	3/1/2016	45,400
42	3/2/2016	47,800
43	3/3/2016	46,425
44	3/4/2016	45,200
45	3/7/2016	44,150
46	3/8/2016	43,500
47	3/10/2016	42,750
48	3/11/2016	43,000
49	3/14/2016	44,150
50	3/15/2016	44,050
51	3/16/2016	44,050
52	3/17/2016	43,875
53	3/18/2016	44,450
54	3/21/2016	44,000
55	3/22/2016	43,525
56	3/23/2016	43,000
57	3/24/2016	42,525
58	3/28/2016	42,000
59	3/29/2016	42,975
60	3/30/2016	42,975
61	3/31/2016	42,925
62	4/1/2016	43,175
63	4/4/2016	43,500
64	4/5/2016	43,325
65	4/6/2016	43,500
66	4/7/2016	43,150
67	4/8/2016	43,000
68	4/11/2016	42,475
69	4/12/2016	43,950
70	4/13/2016	43,350
71	4/14/2016	43,000
72	4/15/2016	43,800
73	4/18/2016	44,400
74	4/19/2016	45,475
75	4/20/2016	45,300
76	4/21/2016	46,500
77	4/22/2016	47,000
78	4/25/2016	44,775

79	4/26/2016	43,900
80	4/27/2016	44,150
81	4/28/2016	43,475
82	4/29/2016	42,575
83	5/2/2016	43,250
84	5/3/2016	43,775
85	5/4/2016	45,150
86	5/9/2016	44,500
87	5/10/2016	43,925
88	5/11/2016	44,300
89	5/12/2016	44,300
90	5/13/2016	44,400
91	5/16/2016	43,050
92	5/17/2016	43,075
93	5/18/2016	42,950
94	5/19/2016	42,800
95	5/20/2016	42,550
96	5/23/2016	42,975
97	5/24/2016	42,500
98	5/25/2016	43,700
99	5/26/2016	43,675
100	5/27/2016	44,000
101	5/30/2016	43,725
102	5/31/2016	43,100
103	6/1/2016	43,550
104	6/2/2016	43,250
105	6/3/2016	43,150
106	6/6/2016	43,200
107	6/7/2016	43,650
108	6/8/2016	43,800
109	6/9/2016	43,250
110	6/10/2016	43,000
111	6/13/2016	43,000
112	6/14/2016	43,500
113	6/15/2016	43,800
114	6/16/2016	43,575
115	6/17/2016	43,575
116	6/20/2016	43,600
117	6/21/2016	43,800
118	6/22/2016	43,400
119	6/23/2016	43,400

120	6/24/2016	43,500
121	6/27/2016	43,075
122	6/28/2016	43,600
123	6/29/2016	45,000
124	7/1/2016	43,800
125	7/11/2016	45,000
126	7/12/2016	44,325
127	7/13/2016	44,950
128	7/14/2016	44,300
129	7/15/2016	44,500
130	7/18/2016	43,900
131	7/19/2016	44,150
132	7/20/2016	44,475
133	7/21/2016	44,400
134	7/22/2016	44,025
135	7/25/2016	44,700
136	7/26/2016	44,950
137	7/27/2016	46,600
138	7/28/2016	47,800
139	7/29/2016	45,050
140	8/1/2016	45,100
141	8/2/2016	45,400
142	8/3/2016	45,450
143	8/4/2016	45,850
144	8/5/2016	45,600
145	8/8/2016	45,000
146	8/9/2016	45,600
147	8/10/2016	45,575
148	8/11/2016	45,950
149	8/12/2016	45,375
150	8/15/2016	44,750
151	8/16/2016	45,350
152	8/18/2016	45,575
153	8/19/2016	45,275
154	8/22/2016	45,325
155	8/23/2016	45,500
156	8/24/2016	45,100
157	8/25/2016	45,900
158	8/26/2016	46,400
159	8/29/2016	45,450
160	8/30/2016	45,100

161	8/31/2016	45,650
162	9/1/2016	45,250
163	9/2/2016	45,650
164	9/5/2016	45,075
165	9/6/2016	45,300
166	9/7/2016	45,850
167	9/8/2016	45,750
168	9/9/2016	44,725
169	9/13/2016	44,750
170	9/14/2016	44,150
171	9/15/2016	44,425
172	9/16/2016	44,300
173	9/19/2016	44,350
174	9/20/2016	44,500
175	9/21/2016	44,975
176	9/22/2016	44,800
177	9/23/2016	45,550
178	9/26/2016	44,850
179	9/27/2016	45,425
180	9/28/2016	45,450
181	9/29/2016	45,700
182	9/30/2016	44,550
183	10/3/2016	45,200
184	10/4/2016	45,050
185	10/5/2016	44,825
186	10/6/2016	45,175
187	10/7/2016	44,500
188	10/10/2016	44,600
189	10/11/2016	45,250
190	10/12/2016	45,000
191	10/13/2016	44,500
192	10/14/2016	45,000
193	10/17/2016	44,725
194	10/18/2016	44,475
195	10/19/2016	44,325
196	10/20/2016	44,300

LAMPIRAN 2: Hasil Perhitungan Return Harga Saham

No	Harga Penutupan Saham S(t)	Nilai ln Return
1	36,000	
2	35,675	-0.009068775
3	37,425	0.047888767
4	36,000	-0.038819992
5	36,175	0.004849334
6	35,325	-0.023777344
7	36,100	0.021701937
8	36,100	0
9	35,725	-0.010442142
10	36,000	0.007668215
11	35,650	-0.009769792
12	35,900	0.006988149
13	35,600	-0.008391658
14	35,800	0.005602256
15	35,600	-0.005602256
16	35,625	0.000702001
17	35,975	0.009776614
18	37,300	0.036169074
19	37,250	-0.001341382
20	36,700	-0.01487519
21	36,800	0.00272109
22	37,475	0.018176199
23	38,625	0.030225691
24	39,950	0.033728937
25	40,600	0.016139394
26	40,850	0.006138755
27	40,850	0
28	41,550	0.0169907
29	41,100	-0.0108894
30	41,575	0.011490904
31	41,000	-0.013926958
32	41,350	0.008500355
33	41,675	0.007829007
34	42,750	0.025467767
35	43,375	0.014514043
36	42,450	-0.021556326
37	42,000	-0.010657294
38	42,725	0.017114611

39	43,900	0.027130091
40	44,525	0.014136509
41	45,400	0.019461276
42	47,800	0.051513534
43	46,425	-0.029187532
44	45,200	-0.02674102
45	44,150	-0.02350416
46	43,500	-0.014831989
47	42,750	-0.017391743
48	43,000	0.00583092
49	44,150	0.026392811
50	44,050	-0.002267575
51	44,050	0
52	43,875	-0.003980671
53	44,450	0.01302028
54	44,000	-0.010175328
55	43,525	-0.010854148
56	43,000	-0.01213537
57	42,525	-0.011107977
58	42,000	-0.01242252
59	42,975	0.022948933
60	42,975	0
61	42,925	-0.001164144
62	43,175	0.005807217
63	43,500	0.007499314
64	43,325	-0.004031102
65	43,500	0.004031102
66	43,150	-0.008078521
67	43,000	-0.003482302
68	42,475	-0.012284448
69	43,950	0.034136957
70	43,350	-0.013745921
71	43,000	-0.008106588
72	43,800	0.018433702
73	44,400	0.013605652
74	45,475	0.023923255
75	45,300	-0.003855692
76	46,500	0.02614528
77	47,000	0.010695289
78	44,775	-0.048497654
79	43,900	-0.019735628

80	44,150	0.005678607
81	43,475	-0.015406867
82	42,575	-0.020918834
83	43,250	0.015730007
84	43,775	0.012065645
85	45,150	0.030927402
86	44,500	-0.014501091
87	43,925	-0.013005555
88	44,300	0.008501043
89	44,300	0
90	44,400	0.002254792
91	43,050	-0.030877239
92	43,075	0.000580552
93	42,950	-0.002906134
94	42,800	-0.003498546
95	42,550	-0.005858248
96	42,975	0.009938696
97	42,500	-0.011114475
98	43,700	0.027844026
99	43,675	-0.000572246
100	44,000	0.007413778
101	43,725	-0.006269613
102	43,100	-0.014397024
103	43,550	0.010386706
104	43,250	-0.00691247
105	43,150	-0.002314816
106	43,200	0.001158078
107	43,650	0.010362787
108	43,800	0.003430535
109	43,250	-0.012636584
110	43,000	-0.005797118
111	43,000	0
112	43,500	0.011560822
113	43,800	0.006872879
114	43,575	-0.005150226
115	43,575	0
116	43,600	0.000573559
117	43,800	0.004576667
118	43,400	-0.009174376
119	43,400	0
120	43,500	0.002301497

121	43,075	-0.009818156
122	43,600	0.012114368
123	45,000	0.031605339
124	43,800	-0.027028672
125	45,000	0.027028672
126	44,325	-0.015113638
127	44,950	0.014001909
128	44,300	-0.014566084
129	44,500	0.004504512
130	43,900	-0.013574869
131	44,150	0.005678607
132	44,475	0.007334307
133	44,400	-0.001687764
134	44,025	-0.008481815
135	44,700	0.015215847
136	44,950	0.005577259
137	46,600	0.03604978
138	47,800	0.025425098
139	45,050	-0.059252655
140	45,100	0.001109262
141	45,400	0.006629859
142	45,450	0.001100716
143	45,850	0.008762378
144	45,600	-0.005467482
145	45,000	-0.013245227
146	45,600	0.013245227
147	45,575	-0.000548396
148	45,950	0.008194528
149	45,375	-0.012592556
150	44,750	-0.013869848
151	45,350	0.013318732
152	45,575	0.004949144
153	45,275	-0.006604317
154	45,325	0.001103753
155	45,500	0.003853569
156	45,100	-0.008830079
157	45,900	0.017582871
158	46,400	0.010834342
159	45,450	-0.020686639
160	45,100	-0.007730574
161	45,650	0.012121361

162	45,250	-0.008800937
163	45,650	0.008800937
164	45,075	-0.012675838
165	45,300	0.004979263
166	45,850	0.012068166
167	45,750	-0.002183407
168	44,725	-0.022659162
169	44,750	0.000558815
170	44,150	-0.013498518
171	44,425	0.006209447
172	44,300	-0.002817697
173	44,350	0.001128032
174	44,500	0.00337648
175	44,975	0.010617591
176	44,800	-0.00389864
177	45,550	0.016602484
178	44,850	-0.015487035
179	45,425	0.012739026
180	45,450	0.000550206
181	45,700	0.005485477
182	44,550	-0.025486144
183	45,200	0.014484933
184	45,050	-0.003324103
185	44,825	-0.005006965
186	45,175	0.007777817
187	44,500	-0.015054647
188	44,600	0.00224467
189	45,250	0.014468811
190	45,000	-0.00554018
191	44,500	-0.011173301
192	45,000	0.011173301
193	44,725	-0.00612986
194	44,475	-0.005605396
195	44,325	-0.003378382
196	44,300	-0.000564175

LAMPIRAN 3: Perhitungan Nilai Standar Deviasi Return

Tanggal	u_i	$u_i - \bar{u}$	$(u_i - \bar{u})^2$
1/4/2016	-	-	-
1/5/2016	-0.009068775	-0.010132702	0.000102672
1/6/2016	0.047888767	0.04682484	0.002192566
1/7/2016	-0.038819992	-0.039883919	0.001590727
1/8/2016	0.004849334	0.003785407	1.43293E-05
1/11/2016	-0.023777344	-0.024841271	0.000617089
1/12/2016	0.021701937	0.02063801	0.000425927
1/13/2016	0	-0.001063927	1.13194E-06
1/14/2016	-0.010442142	-0.011506068	0.00013239
1/15/2016	0.007668215	0.006604288	4.36166E-05
1/18/2016	-0.009769792	-0.010833718	0.000117369
1/19/2016	0.006988149	0.005924222	3.50964E-05
1/20/2016	-0.008391658	-0.009455585	8.94081E-05
1/21/2016	0.005602256	0.004538329	2.05964E-05
1/22/2016	-0.005602256	-0.006666182	4.4438E-05
1/25/2016	0.000702001	-0.000361926	1.30991E-07
1/26/2016	0.009776614	0.008712687	7.59109E-05
1/27/2016	0.036169074	0.035105147	0.001232371
1/28/2016	-0.001341382	-0.002405309	5.78551E-06
1/29/2016	-0.01487519	-0.015939117	0.000254055
2/1/2016	0.00272109	0.001657163	2.74619E-06
2/2/2016	0.018176199	0.017112272	0.00029283
2/3/2016	0.030225691	0.029161764	0.000850409
2/4/2016	0.033728937	0.03266501	0.001067003
2/5/2016	0.016139394	0.015075468	0.00022727
2/9/2016	0.006138755	0.005074828	2.57539E-05
2/10/2016	0	-0.001063927	1.13194E-06
2/11/2016	0.0169907	0.015926773	0.000253662
2/12/2016	-0.0108894	-0.011953327	0.000142882
2/15/2016	0.011490904	0.010426977	0.000108722
2/16/2016	-0.013926958	-0.014990885	0.000224727
2/17/2016	0.008500355	0.007436428	5.53005E-05
2/18/2016	0.007829007	0.00676508	4.57663E-05
2/19/2016	0.025467767	0.02440384	0.000595547
2/22/2016	0.014514043	0.013450116	0.000180906
2/23/2016	-0.021556326	-0.022620252	0.000511676
2/24/2016	-0.010657294	-0.011721221	0.000137387
2/25/2016	0.017114611	0.016050684	0.000257624

2/26/2016	0.027130091	0.026066164	0.000679445
2/29/2016	0.014136509	0.013072582	0.000170892
3/1/2016	0.019461276	0.018397349	0.000338462
3/2/2016	0.051513534	0.050449608	0.002545163
3/3/2016	-0.029187532	-0.030251459	0.000915151
3/4/2016	-0.02674102	-0.027804947	0.000773115
3/7/2016	-0.02350416	-0.024568087	0.000603591
3/8/2016	-0.014831989	-0.015895916	0.00025268
3/10/2016	-0.017391743	-0.01845567	0.000340612
3/11/2016	0.00583092	0.004766993	2.27242E-05
3/14/2016	0.026392811	0.025328884	0.000641552
3/15/2016	-0.002267575	-0.003331502	1.10989E-05
3/16/2016	0	-0.001063927	1.13194E-06
3/17/2016	-0.003980671	-0.005044597	2.5448E-05
3/18/2016	0.01302028	0.011956353	0.000142954
3/21/2016	-0.010175328	-0.011239255	0.000126321
3/22/2016	-0.010854148	-0.011918075	0.000142041
3/23/2016	-0.01213537	-0.013199297	0.000174221
3/24/2016	-0.011107977	-0.012171904	0.000148155
3/28/2016	-0.01242252	-0.013486447	0.000181884
3/29/2016	0.022948933	0.021885006	0.000478953
3/30/2016	0	-0.001063927	1.13194E-06
3/31/2016	-0.001164144	-0.002228071	4.9643E-06
4/1/2016	0.005807217	0.00474329	2.24988E-05
4/4/2016	0.007499314	0.006435387	4.14142E-05
4/5/2016	-0.004031102	-0.005095029	2.59593E-05
4/6/2016	0.004031102	0.002967176	8.80413E-06
4/7/2016	-0.008078521	-0.009142447	8.35843E-05
4/8/2016	-0.003482302	-0.004546229	2.06682E-05
4/11/2016	-0.012284448	-0.013348375	0.000178179
4/12/2016	0.034136957	0.03307303	0.001093825
4/13/2016	-0.013745921	-0.014809848	0.000219332
4/14/2016	-0.008106588	-0.009170514	8.40983E-05
4/15/2016	0.018433702	0.017369775	0.000301709
4/18/2016	0.013605652	0.012541725	0.000157295
4/19/2016	0.023923255	0.022859328	0.000522549
4/20/2016	-0.003855692	-0.004919619	2.42026E-05
4/21/2016	0.02614528	0.025081353	0.000629074
4/22/2016	0.010695289	0.009631362	9.27631E-05
4/25/2016	-0.048497654	-0.049561581	0.00245635
4/26/2016	-0.019735628	-0.020799555	0.000432621

4/27/2016	0.005678607	0.00461468	2.12953E-05
4/28/2016	-0.015406867	-0.016470794	0.000271287
4/29/2016	-0.020918834	-0.021982761	0.000483242
5/2/2016	0.015730007	0.01466608	0.000215094
5/3/2016	0.012065645	0.011001718	0.000121038
5/4/2016	0.030927402	0.029863475	0.000891827
5/9/2016	-0.014501091	-0.015565018	0.00024227
5/10/2016	-0.013005555	-0.014069482	0.00019795
5/11/2016	0.008501043	0.007437116	5.53107E-05
5/12/2016	0	-0.001063927	1.13194E-06
5/13/2016	0.002254792	0.001190866	1.41816E-06
5/16/2016	-0.030877239	-0.031941165	0.001020238
5/17/2016	0.000580552	-0.000483375	2.33652E-07
5/18/2016	-0.002906134	-0.003970061	1.57614E-05
5/19/2016	-0.003498546	-0.004562473	2.08162E-05
5/20/2016	-0.005858248	-0.006922174	4.79165E-05
5/23/2016	0.009938696	0.008874769	7.87615E-05
5/24/2016	-0.011114475	-0.012178402	0.000148313
5/25/2016	0.027844026	0.026780099	0.000717174
5/26/2016	-0.000572246	-0.001636173	2.67706E-06
5/27/2016	0.007413778	0.006349851	4.03206E-05
5/30/2016	-0.006269613	-0.00733354	5.37808E-05
5/31/2016	-0.014397024	-0.015460951	0.000239041
6/1/2016	0.010386706	0.009322779	8.69142E-05
6/2/2016	-0.00691247	-0.007976397	6.36229E-05
6/3/2016	-0.002314816	-0.003378743	1.14159E-05
6/6/2016	0.001158078	9.41509E-05	8.86438E-09
6/7/2016	0.010362787	0.00929886	8.64688E-05
6/8/2016	0.003430535	0.002366608	5.60083E-06
6/9/2016	-0.012636584	-0.013700511	0.000187704
6/10/2016	-0.005797118	-0.006861045	4.70739E-05
6/13/2016	0	-0.001063927	1.13194E-06
6/14/2016	0.011560822	0.010496896	0.000110185
6/15/2016	0.006872879	0.005808952	3.37439E-05
6/16/2016	-0.005150226	-0.006214153	3.86157E-05
6/17/2016	0	-0.001063927	1.13194E-06
6/20/2016	0.000573559	-0.000490368	2.40461E-07
6/21/2016	0.004576667	0.00351274	1.23393E-05
6/22/2016	-0.009174376	-0.010238303	0.000104823
6/23/2016	0	-0.001063927	1.13194E-06
6/24/2016	0.002301497	0.00123757	1.53158E-06

6/27/2016	-0.009818156	-0.010882083	0.00011842
6/28/2016	0.012114368	0.011050441	0.000122112
6/29/2016	0.031605339	0.030541413	0.000932778
7/1/2016	-0.027028672	-0.028092599	0.000789194
7/11/2016	0.027028672	0.025964746	0.000674168
7/12/2016	-0.015113638	-0.016177565	0.000261714
7/13/2016	0.014001909	0.012937982	0.000167391
7/14/2016	-0.014566084	-0.015630011	0.000244297
7/15/2016	0.004504512	0.003440585	1.18376E-05
7/18/2016	-0.013574869	-0.014638796	0.000214294
7/19/2016	0.005678607	0.00461468	2.12953E-05
7/20/2016	0.007334307	0.00627038	3.93177E-05
7/21/2016	-0.001687764	-0.002751691	7.5718E-06
7/22/2016	-0.008481815	-0.009545742	9.11212E-05
7/25/2016	0.015215847	0.01415192	0.000200277
7/26/2016	0.005577259	0.004513332	2.03702E-05
7/27/2016	0.03604978	0.034985853	0.00122401
7/28/2016	0.025425098	0.024361172	0.000593467
7/29/2016	-0.059252655	-0.060316582	0.00363809
8/1/2016	0.001109262	4.53356E-05	2.05532E-09
8/2/2016	0.006629859	0.005565932	3.09796E-05
8/3/2016	0.001100716	3.67887E-05	1.35341E-09
8/4/2016	0.008762378	0.007698451	5.92662E-05
8/5/2016	-0.005467482	-0.006531409	4.26593E-05
8/8/2016	-0.013245227	-0.014309154	0.000204752
8/9/2016	0.013245227	0.0121813	0.000148384
8/10/2016	-0.000548396	-0.001612323	2.59958E-06
8/11/2016	0.008194528	0.007130601	5.08455E-05
8/12/2016	-0.012592556	-0.013656483	0.0001865
8/15/2016	-0.013869848	-0.014933775	0.000223018
8/16/2016	0.013318732	0.012254805	0.00015018
8/18/2016	0.004949144	0.003885217	1.50949E-05
8/19/2016	-0.006604317	-0.007668244	5.8802E-05
8/22/2016	0.001103753	3.9826E-05	1.58611E-09
8/23/2016	0.003853569	0.002789642	7.78211E-06
8/24/2016	-0.008830079	-0.009894006	9.78914E-05
8/25/2016	0.017582871	0.016518944	0.000272876
8/26/2016	0.010834342	0.009770415	9.5461E-05
8/29/2016	-0.020686639	-0.021750565	0.000473087
8/30/2016	-0.007730574	-0.008794501	7.73432E-05
8/31/2016	0.012121361	0.011057434	0.000122267

9/1/2016	-0.008800937	-0.009864864	9.73155E-05
9/2/2016	0.008800937	0.00773701	5.98613E-05
9/5/2016	-0.012675838	-0.013739765	0.000188781
9/6/2016	0.004979263	0.003915337	1.53299E-05
9/7/2016	0.012068166	0.011004239	0.000121093
9/8/2016	-0.002183407	-0.003247334	1.05452E-05
9/9/2016	-0.022659162	-0.023723089	0.000562785
9/13/2016	0.000558815	-0.000505112	2.55138E-07
9/14/2016	-0.013498518	-0.014562445	0.000212065
9/15/2016	0.006209447	0.00514552	2.64764E-05
9/16/2016	-0.002817697	-0.003881624	1.5067E-05
9/19/2016	0.001128032	6.41048E-05	4.10943E-09
9/20/2016	0.00337648	0.002312554	5.3479E-06
9/21/2016	0.010617591	0.009553664	9.12725E-05
9/22/2016	-0.00389864	-0.004962567	2.46271E-05
9/23/2016	0.016602484	0.015538557	0.000241447
9/26/2016	-0.015487035	-0.016550962	0.000273934
9/27/2016	0.012739026	0.011675099	0.000136308
9/28/2016	0.000550206	-0.000513721	2.63909E-07
9/29/2016	0.005485477	0.00442155	1.95501E-05
9/30/2016	-0.025486144	-0.026550071	0.000704906
10/3/2016	0.014484933	0.013421006	0.000180123
10/4/2016	-0.003324103	-0.00438803	1.92548E-05
10/5/2016	-0.005006965	-0.006070891	3.68557E-05
10/6/2016	0.007777817	0.00671389	4.50763E-05
10/7/2016	-0.015054647	-0.016118574	0.000259808
10/10/2016	0.00224467	0.001180743	1.39415E-06
10/11/2016	0.014468811	0.013404884	0.000179691
10/12/2016	-0.00554018	-0.006604107	4.36142E-05
10/13/2016	-0.011173301	-0.012237227	0.00014975
10/14/2016	0.011173301	0.010109374	0.000102199
10/17/2016	-0.00612986	-0.007193787	5.17506E-05
10/18/2016	-0.005605396	-0.006669323	4.44799E-05
10/19/2016	-0.003378382	-0.004442308	1.97341E-05
10/20/2016	-0.000564175	-0.001628102	2.65072E-06
jumlah	0.001063927	jumlah	0.048409292

LAMPIRAN 4: Perhitungan Simulasi Monte Carlo

Hari ke-	Harga penutupan Saham S(t)	Bilangan acak	dS/S model	dS model	Prediksi	Relative Error
196	44300	0.969622128	0.001091114	48.33634787	-	-
197	44150	-0.267413599	-0.000301085	-13.29289807	44348	0.00449233
198	44400	-0.105440017	-0.000118795	-5.274486447	44137	0.00593002
199	44425	0.108171201	0.00012161	5.402525597	44395	0.000681474
200	44500	0.329242233	0.00037041	16.48325879	44430	0.001563988
201	44425	1.566476599	0.001762833	78.31384294	44516	0.002059274
202	44525	0.963714387	0.001084465	48.28581261	44503	0.000487056
203	44475	0.932646647	0.001049501	46.67653829	44573	0.002209911
204	44450	0.222993099	0.000250834	11.14958018	44522	0.001612521
205	44425	-0.222187212	-0.000250186	-11.11449963	44461	0.000813722
206	44175	-0.113698501	-0.000128089	-5.658335864	44414	0.005407708
207	43975	-1.06133284	-0.001194587	-52.53194271	44169	0.004419367
208	44000	0.457628411	0.0005149	22.65560638	43922	0.00176209
209	44375	-0.903555532	-0.001017019	-45.13021791	44023	0.007940155
210	44375	-0.152631251	-0.000171905	-7.628294872	44330	0.001017019
211	43700	0.171330446	0.000192691	8.420615411	44367	0.015271664
212	41000	-0.162765134	-0.00018331	-7.515719295	43708	0.066059039
213	41000	-0.246411325	-0.000277448	-11.37537931	40992	0.00018331
214	40975	1.454314584	0.001636602	67.05976915	40989	0.000332511
215	41100	1.982972523	0.00223157	91.71753908	41042	0.001409738
216	40500	-1.332592811	-0.001499871	-60.74477622	41192	0.017079445
217	40250	1.443072194	0.00162395	65.36396796	40439	0.004701993
218	40000	-0.980398061	-0.0011035	-44.13999962	40315	0.007884099
219	39800	-0.11862682	-0.000133636	-5.318696168	39956	0.00391608
220	40450	0.937223463	0.001054651	42.66065207	39795	0.016200709
221	40100	-1.556402466	-0.001751753	-70.24531254	40493	0.009792036
222	40200	-0.1836716	-0.000206839	-8.314928588	40030	0.004234958
223	40100	-0.909209256	-0.001023382	-41.03761316	40192	0.002286411
224	40625	0.377937559	0.000425214	17.27430081	40059	0.013933234
225	40525	1.119941322	0.001260288	51.07316662	40642	0.002893875
226	41925	1.863717982	0.002097357	87.93171275	40576	0.03217476
227	42400	-0.469642007	-0.000528679	-22.41599351	42013	0.009128969
228	42225	1.093959547	0.001231047	51.98096724	42378	0.003613594
229	41800	0.115951561	0.000130366	5.449311004	42277	0.011411028
230	41325	0.864067562	0.00097232	40.18110438	41805	0.011626118
231	41450	-0.740280737	-0.000833264	-34.53881001	41365	0.002046294
232	41450	0.16661133	0.00018738	7.766917042	41415	0.000833264

233	40725	-0.154133824	-0.000173596	-7.069708475	41458	0.017993049
234	40050	-1.015703399	-0.001143234	-45.7865107	40718	0.016677411
235	40150	-1.74421867	-0.001963128	-78.81957642	40004	0.003631046
236	39975	-0.006334442	-7.25821E-06	-0.290147137	40071	0.002406014
237	39850	-0.684993945	-0.000771043	-30.72606051	39975	0.003129482
238	39650	-0.645681114	-0.000726799	-28.81758156	39819	0.004269204
239	38500	0.608271125	0.000684438	26.3508701	39621	0.029121621
240	37975	0.832617429	0.000936925	35.57971009	38526	0.014518785
241	37875	-0.411603916	-0.000463361	-17.54980555	38011	0.003579662
242	38200	0.612549218	0.000689253	26.3294602	37857	0.008967272
243	39300	0.127634867	0.000143515	5.64014151	38226	0.027319861
244	40000	0.295636484	0.000332589	13.30357383	39306	0.017358996
245	38800	0.609370877	0.000685676	-	40013	0.031270711
MAPE						0.009436428

